

Ⅲ－12 ダイレイタンシーに伴うせん断面位置のずれをなくした定圧一面せん断試験について

日本大学工学部 正員 梅村 順・正員 森 芳信

1.はじめに

定圧状態で粘土の残留強度を求めるために、定圧試験でのダイレイタンシーに伴うせん断面移動を制御できる、せん断面固定型一面せん断試験装置を制作した。本文ではこの実験装置を紹介すると共に、この装置を用いて実施したCD試験とCU試験の結果を比較し、若干の考察を行った。

2.せん断面固定型一面せん断試験装置

直接せん断試験は、原位置のせん断モードに近い変形を再現できること、供試体に直接せん断応力を作用して、その抵抗力を測定できることなどが長所として挙げられる。その1つである一面せん断試験は、地すべりのようなせん断面がほぼ決まった現象に対してその面上の抵抗力評価に用いられることが多い。

ところで地すべりには様々なタイプがあるが、移動土塊が大きくかつ移動速度が遅いものは、すべり面に作用する垂直応力がほぼ定圧かつせん断が排水状態で行われ、CD試験の方が適しているように思われる。

そこで著者らは、地すべりのようなせん断面がほぼ決まった現象でのせん断抵抗力をCD試験で求めることを目的に、一面せん断試験を設計・制作した。この装置は、せん断変位速度を0.005mm/minまで低速に設定でき、定圧試験でも過剰間隙水圧発生を最小限に押さえることができるようにした。また、ダイレイタンシーに伴う体積変化に起因したせん断箱と供試体の間の摩擦の影響、および、図-1に示すような体積変化に伴うせん断面の移動に対して、せん断箱を図-2のような上下加圧版が機械式で同じ変位だけ変化する機構にした。

3.地すべり粘土を対象としたせん断試験

3.1 試料・試験条件

制作した一面せん断試験装置を用い、その機能を確認することを目的に、ある地すべり粘土を対象に試験を行った。用いた試料は、スメクタイトを含む地すべり粘土である。その物理的性質は、 $\rho_s = 2.757\text{g/cm}^3$ 、 $w_l = 58.0\%$ 、 $IP = 36.5$ であった。この粘土から粒径0.425mm以下のみに粒度調整し、 w_l の2倍の含水比から98.1kPaで予圧密し、成形して供試体とした。なお、予圧密の打ち切りは9tとした。

試験は、所定の上載圧力で9tを打ち切りの基準に圧密し、そのままの上載荷重でせん断した。試験は、せん断箱間隔0.2mmで、①せん断変位速度を変化させ、その影響を調べるCD試験、②CD試験結果と比較するためのCU試験、の2シリーズを行った。

3.2 せん断変位速度の影響

図-3は、せん断変位速度の影響を調べるために行ったCD試験の結果の一例を示したものである。せん断抵抗力－せん断変位関係では、せん断変位速度が大きくなるに連れせん断初期の勾配が緩くなる傾向があり、また、それに対応して、せん断後期の抵抗力は、変位速度が大きいほど小さくなる傾向にあった。また、体積変化－せん断変位関係では、正規圧密状態であるのに対応して収縮を呈するが、変位速度の変化に伴う顕著な傾向の相違は認められなかった。

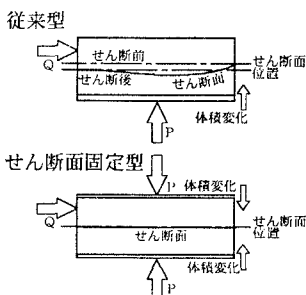


図-1 せん断面固定型でのせん断面位置の考え方

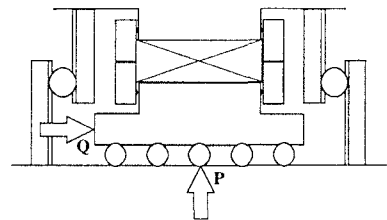


図-2 せん断面固定型一面せん断試験装置の機構

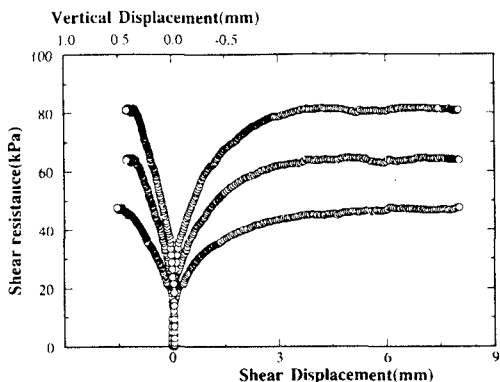


図-3 CD 試験結果の一例
(せん断変位速度=0.025mm/min)

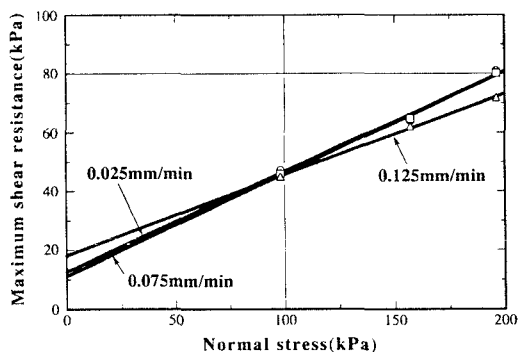


図-4 せん断変位速度の変化に伴う変化

これらの結果から、せん断後期のせん断抵抗力および体積変化がほぼ一定となったときのせん断抵抗力を最大とし、クーロン則を適用して上載圧力との関係を示したのが図-4である。変位速度 0.025 および 0.075mm/min 時はほぼ同じ強度定数値であるが、0.125mm/min 時は粘着力が大きく、かつ内部摩擦角が小さい結果となった。これは、せん断変位速度が大きいほど、ダイレイタンシーに伴うせん断面上の垂直応力の変化に上載圧力の制御が追いつかなくなったのが主因と思われる。

変位速度 0.025 および 0.075mm/min 時はほぼ同じであり、この程度の低速で CD 試験を行えばせん断変位速度の影響は十分小さいと判断できる。

3.3 CU 試験結果との関係

図-5は、CD 試験と比較するために同じ試験装置で CU 試験を行い、最大せん断抵抗力時上載圧力ー最大せん断抵抗力ー間隙比関係を示したものである。図中には CU 試験でのクーロンの破壊基準線を示した。CD 試験の結果はほぼ、この基準線に沿ったものとなり、CD 試験、CU 試験ともほぼ同じ強度定数を呈した。しかし図-4に示したように、CD 試験の結果のみで破壊基準線を求めた場合には、粘着力 c を評価し得た。これは垂直応力が小さい 98.1kPa 時の最大せん断抵抗力が CU 試験に較べ若干大きかったためであった。データ数が少ない問題点はあるが、垂直応力が大きい範囲では CU 試験との大きな差はないと見なすことができた。

一方、間隙比は、CD 試験の場合、CU 試験に較べ収縮側にあった。一面せん断試験の場合、ここでの間隙比は供試体全体の平均的な値であることを考慮すると、CU 試験ではせん断帯幅がせん断過程を通じてほぼ一定であるのに対し、CD 試験では、せん断帯が次第に幅を広げたためと考えられる。

参考文献

- 1) 三笠ほか：土木学会第 28 回年次学術講演会概要集，pp.36-37，1972。

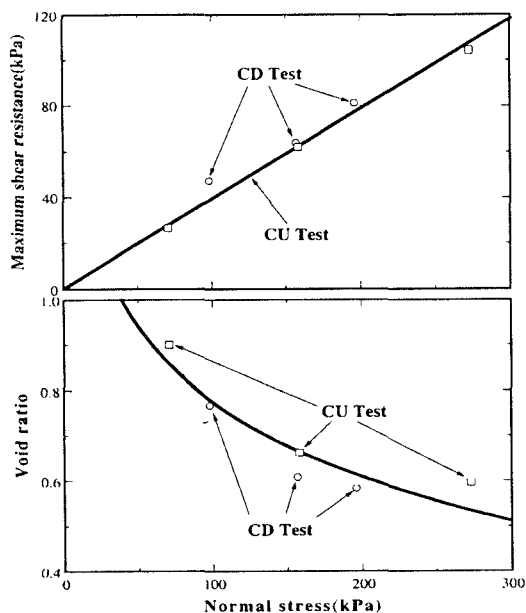


図-5 CD 試験結果と CU 試験結果の比較
(せん断変位速度=0.025mm/min)

上：最大せん断抵抗力

下：最大せん断抵抗力時の平均間隙比